

Борис и Валерий Синильщиковы. Фото авторов

Водоизмещающий катер для туристских плаваний

Часть 2. Повышение скорости водоизмещающих катеров



Рис. 1. Адмиральский катер проекта 371. Фото с сайта завода-производителя.



Рис.2. Прогулочный катер на основе адмиральского (см. «КиЯ» №209). Основные характеристики адмиральского катера: длина – 12 м, водоизмещение – более 8 т, мощность двигателя – 150 л.с., скорость – до 24 км/ч, частота вращения винта – 750 об/мин.

В предыдущей статье в качестве способа повешения скорости водоизмещающего катера на базе спасательной шлюпки рассматривался вариант с переделкой вельботной кормы в транцевую. Но если увеличить длину такого катера с уменьшением ширины и осадки, но без увеличения водоизмещения, то это приведет к существенному снижению сопротивления и позволит достигнуть достаточно высоких скоростей – 25–30 км/ч при относительно небольшой удельной мощности двигателя (25–30 л.с./т). Основной характеристикой, определяющей способность водоизмещающего катера с обводами для переходного режима достичь высоких скоростей, является относительное удлинение $l = L_{\text{ВЛ}} / \sqrt[3]{D}$, где $L_{\text{ВЛ}}$ – длина по ватерлинии, м, D – водоизмещение, м³. Такие катера при $l \approx 6.0$ имеют сопротивление на скоростях 20–25 км/ч на 20–40% меньше, чем глиссирующие катера равного водоизмещения, однако в отличие от последних, сопротивление которых при увеличении скорости до 35–40 км/ч остается неизменным или

даже уменьшается, сопротивление водоизмещающего катера быстро увеличивается и уже на скоростях свыше 30 км/ч начинает превышать сопротивление глиссирующего катера. Вместе с тем длина таких катеров заметно превышает длину глиссирующего катера. Так при $l = 6.0$ длина по ВЛ катера водоизмещением 2 т достигает 7.6 м, а полная длина 8.3 м, а катера водоизмещением 3 т – 8.6 м и 9.3 м соответственно. Масса корпуса таких катеров будет, естественно, больше, чем более коротких глиссирующих катеров, поэтому реальные преимущества водоизмещающего катера будут меньше.

Идея, связанная с использованием водоизмещающих обводов для повышения скорости, когда мощности имеющихся двигателей были недостаточны для вывода катера на глиссирование, была популярна у нас 40–50 лет назад. Тогда выпускалась целая гамма разъездных катеров со скоростями, близкими 25 км/ч. Они предназначались для связи с кораблями, стоящими на рейде, имели, соответственно, отличную мореходность, причем более

высокая скорость для этих условий плавания и не требовалась (рис. 1–4). В 1964 г. автор построил каютный катер «Снарк» длиной 8.5 м с двигателем «ГАЗ-51» мощностью 62 л.с. («КиЯ» NN^o 2, 5, 10). При водоизмещении до 2.5 т катер развивал скорость 25–28 км/ч. Правда, в туристских плаваниях, когда его водоизмещение достигало 3 т, такую скорость развить не удалось – увеличение сопротивления в сочетании с уменьшением КПД винта на скоростях, соответствующих «горбу сопротивления», приводили к тому, что максимальная скорость падала до 16–17 км/ч. Таким же свойством обладало и большинство разъездных катеров – увеличение водоизмещения на 10–20% приводило к резкой потере скорости. Аналогичным образом ведут себя и мотосейлеры. Так, мотосейлер «МакГрегор» в дальнем туристском плавании будет иметь полное водоизмещение более 2 т, что при штатном ПМ (мощностью 50 л.с.) приведет к падению скорости до 15–16 км/ч. Если установить более мощный мотор, то скорость 25 км/ч будет достигнута, но

это приведет к существенному увеличению расхода топлива (более 100 л/100 км), причем он окажется большим, чем расход топлива глиссирующим катером равного водоизмещения.

Появление легких и мощных дизелей, а также новых материалов и технологий позволяет снова вернуться к идее облегченного водоизмещающего туристского катера. Такой катер будет сочетать преимущества чисто водоизмещающего катера – высокую экономичность и грузоподъемность на малых скоростях – с максимальной скоростью, близкой к скорости глиссирующего катера в сочетании с повышенной мореходностью.

Увеличение длины катера приводит к увеличению веса корпуса, поэтому полное водоизмещение катера, скорее всего, окажется не менее 3 т. Но увеличение длины также приведет к увеличению скоростей экономичного хода и расширит их диапазон по сравнению с рассмотренными ранее глиссирующим катером и чисто водоизмещающим катером до 12–16 км/ч (при расходе солярки 30–45 л/100 км). По тем же причинам, что и у обычного водоизмещающего катера, на рассматриваемом катере целесообразно установить дизель. При перегрузке (прием дополнительного топлива) и при плавании даже не на самом экономичном режиме (15 км/ч) дальность плавания можно довести до 1500 км. Заметим, что перегрузка не ухудшает мореходность такого катера. Большая автономность позволит заправляться на более удобных заправках, а возможность совершать переходы с повышенными скоростями даже при перегрузке – за меньшее время проходить большие водоемы. Несмотря на снижение максимальных скоростей по сравнению с глиссирующим катером, средние скорости уменьшатся несущественно. Это объясняется тем, что качка более длинного и узкого водоизмещающего катера с большой килеватостью носовых шпангоутов более благоприятная, чем глиссирующего. По этой причине потребуются значительно меньше остановок для приготовления и приема пищи, отдыха от качки и т. д., меньше времени будет затрачено и на ожидания улучшения погоды.

На наш взгляд, такие катера целесообразно разбить на две группы: с

умеренным удлинением $l = 5.8-6.5$ и с большим удлинением – $l > 6.5$. Возможность безусловного достижения скорости 25 км/ч даже при перегрузке на катере с умеренным удлинением достигается за счет установки более мощного двигателя с удельной мощностью 35 л.с./т. Для катера водоизмещением 3 т (при перегрузке 3.3–3.4 т) при длине по ВЛ 8.6 м необходим дизель мощностью 110–125 л.с. Современный высокооборотный дизель такой мощности весит всего 225–250 кг, а при работе на полной мощности он требует хорошей солярки. Поэтому при его установке целесообразно на катере иметь дополнительный бак, в котором всегда находился бы запас (30–40 л) хорошего топлива. При отсутствии хорошей солярки плавание происходит на пониженной мощности, при этом дополнительные нагрузки, действующие на детали дизеля, не столь опасны. Перед остановкой дизель переводится на хорошую солярку для того, чтобы промыть насос высокого давления и форсунки от плохой (высокосернистой) солярки. В особых ситуациях, если необходимо развить повышенную скорость (при уходе от шторма), питание дизеля осуществляется из дополнительного бака с качественным топливом. Малейшая неисправность такого дизеля в дальнем плавании (особенно с системой Common Rail) может привести к прекращению плавания. Менее форсированные судовые дизеля с обычными ТНВД, например «Beta 120», весят уже 670 кг. Поэтому на катере целесообразно устанавливать исключительно надежный и неприхотливый дизель от трактора «Беларусь», (лучше «ММЗ 245.9» с турбонаддувом и промежуточным охлаждением) весом 430 кг и мощностью 127 л.с., стоимость которого (130 тыс. руб.) в 6–8 раз меньше стоимости зарубежного аналога. Правда, в этом случае придется дополнительно покупать реверс-редуктор и проводить конверсию двигателя. Большой опыт эксплуатации таких двигателей, накопленный питерскими судоводителями, показывает, что существуют только две основные причины, приводящие к поломке этого двигателя: утечка масла или утечка воды по весьма прозаическим причинам – отвернулась пробка, соскочила трубка, засорился фильтр – то есть вследствие

плохого обслуживания. Впрочем, эти причины приведут к поломке любого двигателя и к прекращению плавания. Но если у вас – «Беларусь», то в любом крупном поселке имеется мастерская, где можно найти запчасти и механика, знающего этот двигатель, и произвести любой ремонт.

Некоторое увеличение водоизмещения, связанное с установкой более тяжелого двигателя, если оно компенсируется соответствующим увеличением длины (чтобы выдержать необходимое удлинение l), приведет к небольшому увеличению расхода топлива (на 10%), что, по нашему мнению, вполне окупается меньшими затратами на приобретение и обслуживание дизеля.

У катера с большим удлинением ($l > 6.5$) для достижения таких же скоростей достаточно двигателя меньшей мощностью (30 л.с./т). На скоростях 20–25 км/ч расход топлива катера водоизмещением 3 т можно уменьшить до 60–75 л/100 км (с дизелем 90 л.с.). При двигателе мощностью 115 л.с. максимальная скорость увеличится до 30 км/ч, что позволит увеличить средние скорости движения. Основная сложность при строительстве такого катера связана с изготовлением корпуса длиной 10.6 м и весом не более 1.5 т, тем не менее эта задача вполне выполнима.

Похожими соображениями руководствовались строители катера «Навигатор» («КиЯ» № 167, 173) длиной 11.1 м. Однако вследствие неоптимальной конструкции корпуса и завышенных размеров его водоизмещение (по видимому, в прогулочном варианте) превысило 4.5 т, и хотя при двигателе 140 л.с. катер развивает 25 км/ч, в туристском варианте расход топлива у него явно превысит 100 л/100 км.

Логическим завершением принципа «длина бежит» являются многокорпусники. В «КиЯ» № 93, 147, 167 помещены статьи одного из авторов, посвященные созданию туристских моторных многокорпусников, написанные с учетом опыта эксплуатации катамарана «Круз» (к настоящему времени за кормой «Круза» осталось более 110 тыс. км). Основной вывод, который можно сделать по этим статьям – для рассматриваемых плаваний многокорпусники лучше приспособлены, чем однокорпусники, причем

катамаран оптимален для экипажа в шесть человек, а тримаран – для экипажа из четырех человек. Их основные недостатки – более сложная конструкция корпуса, большие габаритные размеры.

Но вернемся к однокорпусникам. Первый вопрос, который необходимо решить при создании такого катера, это выбрать обводы. Для рассматриваемых скоростей применяют как остроскулые, так и круглоскулые обводы, причем погружение малокилеватого транца составляет 0.4–0.5 от максимальной осадки. Угол килеватости шпангоутов существенно увеличивается к носу. Ширина по ватерлинии принимается минимально допустимой и определяется остойчивостью катера. Экспериментальные исследования не выявили очевидных преимуществ кругло- или остроскулых обводов. По мнению авторов, на скоростях более 20 км/ч остроскулые обводы имеют определенные преимущества, так как они повышают динамическую остойчивость катера, демпфируют бортовую качку, уменьшают замывание бортов. Острая скула образует прочный и жесткий силовой узел. Если катер сел на мель, то, подводя под скулу ваги, вы сможете приподнять его, не опасаясь за прочность скулы. В круглоскулом катере подводить ваги за «круглую» скулу – опасно.

Для того чтобы уверенно преодолеть «горб сопротивления», водоизмещающий катер должен иметь винт с достаточно высоким КПД (КПД винта у глиссирующих катеров на скоростях преодоления «горба» заметно меньше 40%). Для этого необходимо использовать редуктор, понижающий обороты на винте до 1100–1300 об/мин. В этом случае диаметр винта (для катеров водоизмещением 3 т) оказывается равным 450–550 мм. Для уменьшения габаритной осадки катера винт целесообразно разместить в неглубоком туннеле. В отличие от глиссирующих катеров, у которых туннель, уменьшающий подъемную силу корпуса, заметно увеличивает сопротивление, у водоизмещающих судов неглубокий туннель с плавными обводами увеличивает сопротивление незначительно. При этом осадка катера кормой составит 0.6–0.7 м, в то время как максимальная осадка корпуса не превышает 0.45 м.



Рис.3. Командирский катер «Стриж». Фото из Интернета.

Для защиты винта и наклонного вала в кормовой части катера обычно устанавливается килек, к концу которого крепится прочная (обычно – трубчатая) тяга, которая опирается на кронштейн гребного вала и, далее проходя под винтом, служит нижней опорой руля. Однако для туристских плаваний такая защита недостаточна: винт может быть поврежден препятствиями, проходящими сбоку от килька. Более того, при работе винт подсасывает к себе плавающие предметы. Поэтому под винт попадают различные палки, доски, на винт наматываются веревки, обрывки сетей, водоросли, причем иной раз так прочно, что никакими реверсами их снять не удастся. Очистить же винт, особенно если руль для повышения эффективности расположен под днищем, весьма сложно.

В принципе, можно использовать и откидную колонку, но передаточные отношения колонок выбраны оптимальными для скоростей глиссирования. Диаметр гондолы колонки с передаточным отношением, оптимальным для скорости 20 км/ч, пришлось бы увеличить в два раза, и он составлял бы 40% диаметра винта. Такая колонка была бы совершенно непригодна для скоростей 40–50 км/ч, поэтому колонки с большим передаточным отношением не выпускаются. Однако можно установить колонку от более мощного двигателя, и между колонкой и дизелем разместить дополнительный понижающий редуктор, хотя даже в этом случае диаметр винта будет меньше оптимального.

По мнению авторов, для рассматриваемого туристского катера оптимальным вариантом будет установка откидной передачи со шлицевой разобщительной муфтой, разработанной автором. Такая передача использовалась на катерах «Снарк» и «Крузи» и ряде других (рис. 5–6) и оказалась очень

надежной и неприхотливой в эксплуатации (см. Ю. Н. Мухин, Б. Е. Синильщиков. «Автомобильный двигатель на катере». Л., Судостроение, 1980, а также «КиЯ» № 28). В этой передаче гребной вал состоит из двух частей. Короткий вал, на который насажен винт, вращается в подшипниках, запрессованных в корпус винторулевого комплекса, который при соударении с препятствием откидывается вместе с винтом и рулем относительно осей крепления передачи к транцу. Передняя часть короткого вала оканчивается шлицевой муфтой (например, шлицы прямобочные 16×56×65). Задняя часть гребного вала оканчивается соответствующей шлицевой втулкой. Этот вал не откидывается, а, значит, защищен от соударений с подводными препятствиями кильком, который крепится к килю катера. Заметим, что килек помимо защиты вала улучшает устойчивость катера на курсе. Более подробно конструкция такой передачи будет рассмотрена в одной из следующих статей. Как и в откидной колонке, откидная шлицевая передача не защищает винт от соударений с препятствиями, расположенными сбоку от ДП. Такую защиту может обеспечить кольцевая насадка. Она повышает КПД винта только при скоростях до 20–25 км/ч или если диаметр винта значительно меньше оптимального диаметра. Вместе с тем насадка, выпрямляя поток, проходящий через диск винта, способствует уменьшению вибрации, особенно на качке. Если используется наклонный гребной вал, то насадка также устанавливается под углом, но угол ее наклона выбирается в два раза меньше, чем угол наклона вала. Таким образом, угол поворота потока в диске винта будет меньше, чем без насадки. Это приведет к уменьшению уровней вибрации и к некоторому повышению эффективности винтового комплекса. Как известно, при обтекании корпуса катера скорости потока в верхней части диска винта оказываются меньше, чем в нижней, причем для водоизмещающих обводов, особенно с туннелем, эти различия больше, чем для глиссирующих корпусов. Для выравнивания скоростей используются неосесимметричные насадки, профили которых в верхней части и в нижней отличаются. Такие насадки также снижают уровни

вибраций и способствуют некоторому повышению эффективности комплекса. По этой причине использование неосесимметричных коротких насадок (рассчитанных на повышенные скорости) целесообразно и на скоростях, больших 20–25 км/ч. В худшем случае такие насадки не дадут прироста тяги, но зато уменьшат вибрации винторулевого комплекса и защитят винт от повреждений. Наши катера с откидными передачами, оборудованными насадками, прошли около 120 тыс. км, многократно форсировали песчаные и галечные перекаты с глубиной меньшей, чем осадка насадки. Насадка соударялась с камнями и топляками, было срезано несколько де-

садку не испытывали, но теория говорит, что КПД комплекса будет медленно падать, причем возможна кавитация как винта, так и самой насадки.

Обычно оптимальный наружный диаметр насадки оказывается больше диаметра оптимального открытого винта (для данной скорости, чисел оборотов и мощности) на 5–10%, а диаметр винта в насадке – на 4–9% меньше, чем оптимального открытого винта. Зазор между корпусом и насадкой может быть заметно меньше, чем между корпусом и винтом. Таким образом, габаритная осадка кормой при использовании насадки оказывается такой же, что и при использовании открытого винта. После откидывания

35–40° вместо 15–20° у обычных рулей. Такой руль на больших углах поворота создает большое сопротивление. При плавании в условиях волнения с таким рулем скорость катера вследствие повышенного сопротивления руля может уменьшиться на 30–40%.

В настоящее время на многих морских буксирах устанавливают строенные рули, причем ширина каждого из них не превышает 0.5 высоты (толщина руля – 0.15–0.18 от ширины). При этом суммарная площадь рулей оказывается в 2.2 раза выше площади обычного руля. Эти рули успешно работают как совместно с насадкой, так и со свободным винтом. На нижних торцах рулей часто устанавливаются шайбы, пре-



Рис.4. Прогулочный катер на основе командирского катера (см. «Кия» №209). Основные характеристики командирского катера: длина – 7.8 м, водоизмещение – 2.4 т, мощность двигателя – 60 л.с., скорость – до 24 км/ч, частота вращения винта – 1000 об/мин.

сятков предохранительных штифтов (в насадку попадали сучья и палки), и за все это время только один раз была погнута лопасть винта. Это произошло при плавании по старому каналу с глубиной 1.5 м, когда мы необоснованно увеличили обороты, так что катер шел с образованием большой придонной волны. В результате (как мы объясняем этот случай) за счет подсоса воды к винту лежавшее на дне бревно оторвалось от дна и одним концом попало внутрь насадки. При откидывании передачи бревно другим концом уперлось в дно и выгнуло одну из лопастей вперед. Из этого случая мы сделали вывод, что плавать по рекам и каналам, на дне которых остались топляки, целесообразно на пониженных оборотах, чтобы уменьшить вероятность отрыва предметов, лежащих на дне. Эти меры позволяют практически полностью исключить повреждения винтов и гребных валов (сравните со стойкостью винтов ПМ и откидных колонок).

На скоростях более 30 км/ч мы на-

передачи габаритная осадка катера определяется осадкой корпуса.

Туристский катер должен обладать хорошей управляемостью, обеспечить которую для одновинтового относительно длинного катера достаточно сложно. Кроме того, необходимо иметь в виду, что катера с неповоротной насадкой на заднем ходу управляются еще хуже, чем с обычным винтом, т. е. практически не управляются. Установка подруливающего устройства улучшит управляемость катера на малом ходу (при швартовке). Для относительно длинного катера повышенной быстроходности, которые при плавании по волне могут попасть в брочинг (подробнее см. в «Кия» № 219–221), этого недостаточно. Для улучшения управляемости необходимо увеличить площадь руля. Наиболее эффективно увеличение высоты руля. Однако это увеличит осадку катера. При увеличении ширины руля для создания увеличенной поперечной силы руль необходимо повернуть на большой угол до



Рис.5. Откидной винторулевой комплекс (ВРК) катера «Улисс» (в откинутом положении)

1. Привод поворота рулей. 2. Рули. 3. Болты, стягивающие ступицу винта. 4. Ступица винта (имеет поперечный разъем). 5. Резьбовое отверстие под лопасти. 6. Корпус ВРК (внутри расположен стакан с шариковыми подшипниками). 7. Шлицевая полумуфта. 8. Верхняя плита. 9. Оси откидывания. 10. Гребной вал со шлицевой полумуфтой.

На фото комплекс показан без лопастей (сняты для замены). Для этого снята гайка ступицы, ослаблены болты 3, стягивающие половинки ступицы и лопасти вывинчены. Такая конструкция винта позволяет достаточно просто подбирать шаг винта.

пятствующие перетеканию воды вокруг руля. Габаритная ширина шайбы принимается равной трем наибольшим толщинам руля. В отличие от двухрульного комплекса, который также обеспечивает повышенную управляемость, средний руль трехрульного комплекса выполняет роль контрпропеллера, раскручивая поток, закрученный винтом. Это позволяет повысить КПД винторулевого комплекса на 3–5%. Угол поворота строенных рулей необходимо увеличить до $\pm 60^\circ$.

Управление катера с такими ру-

лями имеет определенную специфику. При обычном плавании на волнении углы поворота таких рулей не превышают 10–15° (вместо 30° для широкого руля), при этом рули практически не подтормаживают катер. При повороте на угол 30° рули развивают максимальную поперечную силу. При этом за счет увеличения угла дрейфа самого катера его скорость заметно падает, хотя тяга винта, вследствие сопротивления рулей и падает незначительно. При дальнейшем повороте рулей они практически полностью перекрывают струю из-под винта и тяга винторулевого комплекса резко падает, в то время как поперечная сила, развиваемая рулями, продолжает возрастать, хоть и не столь значительно. В результате резко снижается скорость катера (в два раза и более), и он начинает разворачиваться практически вокруг носа. Катер с такими рулями легче затормозить резким разворотом (если есть куда поворачивать), чем включением заднего хода. Если при плавании на волнении катер попадает в бродинг, то поворот рулей до упора приведет к падению скорости катера и выходу из бродинга.

Как известно, рули, расположенные под корпусом, работают эффективнее. Поэтому над насадкой и рулями к откидному комплексу крепится верхняя плита (аналог антикавитационной плиты), являющаяся продолжением днища, которая завершает тоннельные обводы и препятствует подосу воздуха к винту, особенно на волнении. Для облегчения веса плита изготавливается из стеклопластика, ее передняя кромка через уплотнительную резинку прижимается к транцу. Для увеличения длины по ВЛ на рассматриваемых катерах купальная платформа является продолжением днища. Откидной комплекс располагается между правой и левой платформами, расстояние между которыми должно позволять откидываться откидной передаче при переложенных до упора рулях. Это расстояние и определяет ширину плиты над рулями.

Мы проводили испытание катера и с поворотной насадкой. Для обеспечения устойчивости на ходу к задней части насадки крепится небольшой руль – стабилизатор, который поворачивается вместе с ней. Управляемость катера на переднем ходу с поворотной насадкой лучше, чем с обычным рулем,

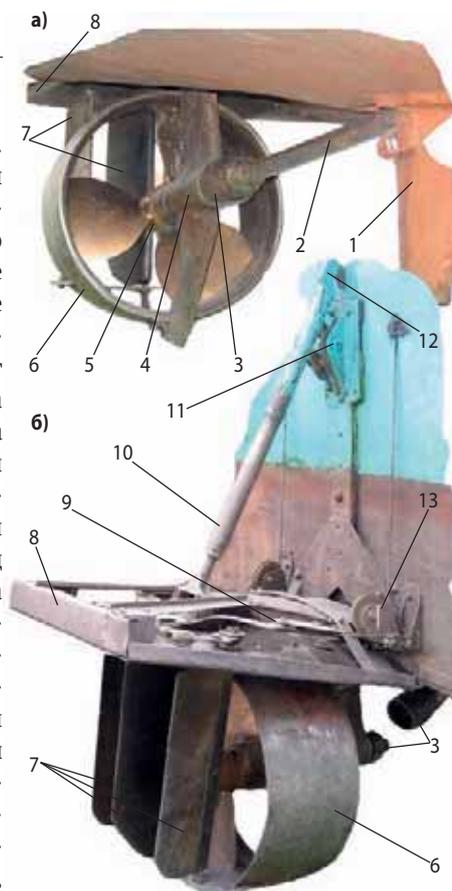


Рис.6. Винторулевой комплекс с насадкой в рабочем (а) и в полуоткинутом (б) положении.

1. Килек. 2. Гребной вал. 3. Шлицевая муфта.
4. Корпус ВРК (внутри расположен стакан с шариковыми подшипниками). 5. Винт с разъемной ступицей. 6. Насадка (сварная).
7. Рули. 8. Верхняя плита. 9. Тросовый привод поворота рулей. 10. Трубочатая тяга для передачи упора винта. 11. Ось, воспринимающая упор на переднем ходу. 12. Упор заднего хода - упирается в подпружиненный рычаг (расположен в отсеке; при ударах тяга преодолевает усилие пружины и уходит вверх).
13. Ось откидывания (расположена за шкивом).

но хуже, чем со строенными рулями. Управляемость на заднем ходу хуже, чем на переднем, но заметно лучше, чем у катера со свободным винтом. Однако от поворотной насадки мы однозначно отказались. Дело в том, что при повороте насадки (особенно, если установлен трехлопастной винт) резко увеличивается вибрация кормы. В принципе, при плавании по рекам этот недостаток не так заметен, так как при обычном плавании на большой угол насадка поворачивается редко. При плавании же на волнении, когда насадка, как и любой руль, постоянно перебрасывается на большие углы, корма постоянно вибрирует. Кроме того, конструкция получилась достаточно сложной и тяжелой (ось поворота устанавливалась на роликовых подшипниках 7210).

Устанавливать неоткидную насадку, по мнению авторов, можно только на

стальном катере. На буксирах, для того чтобы при ударе о камень или топляк насадку не оторвало от корпуса, насадка ограждается шестью-восемью прутками, которые привариваются снаружи насадки, и далее они идут в нос, где привариваются к килю или днищу. Эти прутки отводят насадку от препятствия (или препятствие от насадки) и дополнительно удерживают насадку, если удар все-таки произошел. Необходимо иметь в виду, что при ударе по насадке от каждого прутка на корпус будет передаваться сила, равная нескольким тоннам. Обеспечить передачу такой силы на тонкую стеклопластиковую или фанерную обшивку очень сложно.

По нашему мнению, если на катере все-таки используется неоткидная передача, то вместо неоткидной насадки лучше использовать обычную передачу с повышенной ремонтпригодностью. В такой схеме применяются навесной (на транец) руль и купальная платформа, которая позволяет вынуть вал с винтом на плаву катера. При этом после съема руля вал отсоединяется от редуктора и с вала снимается муфта. Далее вал сдвигается в корму таким образом, чтобы на дейдвудную трубу с сальником можно было надеть резиновую перчатку или заглушенный кусок резинового шланга. После этого гребной вал с винтом вынимается сначала из дейдвуда и поднимается в катер (перчатка предотвращает поступление воды через дейдвуд). Затем запасной вал с запасным винтом (в дальнейшем плавании такой запас совершенно необходим) вставляется в задний резинометаллический подшипник и проталкивается через дейдвудную трубу. Такая замена возможна, если расстояние от конца дейдвудной трубы до заднего резинометаллического подшипника невелико, а протяженность шейки вала под сальник позволяет сдвигать вал в корму (чтобы снять муфту и надеть перчатку) без попадания воды через сальник. Первый раз такую операцию целесообразно провести еще на суше. Заметим, что вариант, при котором дейдвудная труба доходит до заднего подшипника, исключает наматывание веревок, сетей и т. п. на вал. В противном случае дотянуться до них с транцевых баков и размотать будет весьма сложно.

Продолжение следует